

先端国際共同研究推進事業
2023 年度採択

次世代のための ASPIRE
量子分野

2023 年～2024 年度
年次報告書（公開版）

研究課題名	ダイヤモンド量子情報技術の基盤構築
日本側研究代表者	鹿野 豊 筑波大学 教授
相手側研究代表者	Tim Schroeder, Professor, Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Humboldt University of Berlin
研究期間	2024 年 2 月 1 日～2027 年 3 月 31 日

1. 研究成果の概要

① 研究構想にかかる成果

＜実施したこと＞

本研究では、ダイヤモンドを用いた量子情報科学の三つの柱——理論、センシング、計測応用——を軸に、学際的かつ戦略的な研究構想を実施した。具体的には、各研究者の専門性を活かし、理論設計から実験応用まで一貫した連携体制を構築し、量子センサ技術の社会実装に向けた基礎研究を推進した。

＜得られた成果＞

本構想により、ナノダイヤモンド量子センサの高感度化に向けた革新的な成果が得られた。特に、量子グレードの高品質・高輝度蛍光ナノ粉末ダイヤモンドの開発に成功し、生細胞内における超高感度スピン検出が可能であることを実証した。また、ポリマーコーティングを施したナノ粒子の線虫体内での蓄積挙動を制御し、環境毒性評価やドラッグデリバリーへの応用可能性を示した。これらの成果は国際的にも高く評価され、複数の原著論文およびプレスリリースとして発信された。また、相手側 Co-PI（主たる共同研究者）の Benson 教授の日本側拠点訪問（2025 年 3 月）を行った。

② 国際頭脳循環の促進にかかる成果

＜実施したこと＞

若手研究者である押味佳裕氏のドイツへの長期海外派遣、岡山大学の学生のドイツ短期派遣、海外成果発表（香港）ならびに、小野氏、藤原氏および鹿野氏によるドイツ、英国などとの国際共同研究の推進と人的ネットワークの強化を図った。特に、量子センサ関連技術に関する国際的な研究拠点との連携を重視し、国際会議や研究滞在を通じた知的交流を促進した。また、相手側 Co-PI の Benson 教授の日本側拠点訪問（2025 年 3 月）を行った。

＜得られた成果＞

本取り組みにより、若手研究者が海外研究機関において先端的な量子センシング技術を学ぶとともに、現地研究者と共同実験を行う機会を得た。さらに、国際共著論文の執筆や、新たな研究テーマの創出にもつながり、将来的な研究ネットワークの構築に大きく寄与した。また、海外の専門家を招へいたセミナー等を通じて、国内における量子情報研究の国際化を強く後押しする結果となった。

2. 研究実施体制

研究テーマ	中心となる研究者氏名	所属機関・部署・役職名
ダイヤモンド量子情報理論	鹿野 豊	筑波大学 システム情報系 教授
ダイヤモンド量子センシング	藤原 正澄	岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域 研究教授
ダイヤモンド量子計測応用	鹿野 豊	筑波大学 システム情報系 教授

3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

- 1) 原著論文: Yajuan Zou, Yutaka Shikano, Yuta Nishina, Naoki Komatsu, Eriko Kage-Nakadai, and Masazumi Fujiwara, Size, polyglycerol grafting, and net surface charge of iron oxide nanoparticles determine their interaction and toxicity in *Caenorhabditis elegans*, *Chemosphere* **358**, 142060 (2024).
- 2) プレスリリース;ナノ粒子をポリマーコーティングによって線虫体内へ蓄積させることに成功！～蓄積の制御により“環境負荷の軽減”や“生体内の薬剤蓄積”を可能に～ (2024/5/9)
https://www.okayama-u.ac.jp/tp/release/release_id1227.html
- 3) 原著論文: Keisuke Oshimi, Hitoshi Ishiwata, Hiromu Nakashima, Sara Mandić, Hina Kobayashi, Minori Teramoto, Hirokazu Tsuji, Yoshiki Nishibayashi, Yutaka Shikano, Toshu An, Masazumi Fujiwara, Bright Quantum-Grade Fluorescent Nanodiamonds, *ACS Nano* **18**, 35202-35213 (2024)
- 4) プレスリリース: 量子グレードの高品質・高輝度蛍光ナノ粉末ダイヤモンド～ナノダイヤモンド量子センサの性能向上で超高感度の測定が可能に～ (2024/12/23)
https://www.okayama-u.ac.jp/tp/release/release_id1311.html